



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

Análisis de costos iniciales de un proyecto de restauración ecológica de los bosques siempreverde de cordillera de la costa, Región de los Ríos, Chile.

Profesor Patrocinante: Sr. Antonio Lara

Trabajo de Titulación presentado
como parte de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales

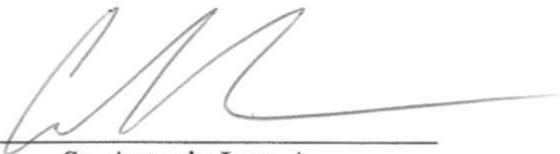
JUAN PABLO CÁRDENAS MOLL

VALDIVIA
2016

Calificación del Comité de Titulación

		Nota
Patrocinante	Sr. Antonio Lara Aguilar	<u>5,4</u>
Informante	Sr. Christian Little Cárdenas	<u>5,5</u>
Informante	Sr. Trevor Walter	<u>4,8</u>

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



Sr. Antonio Lara A

Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a la paciencia de mis profesores responsables en evaluar y ayudarme en orientar este trabajo con sus experiencias y conocimientos en el área de restauración. A Trevor Walter por su prolijidad y a los profesores Christian y Antonio por orientarme en los diseños estructurales de este trabajo. También quisiera agradecer la reciente ayuda de Cristian Pérez, la cual me permitió cerrar la última etapa de este trabajo, con algunos puntos de información actualizada, también a las personas de MASISA con las cual tuve contacto. También finalmente quisiera agradecer con un fuerte abrazo a Alejandra Portales quien me ha ayudado a cerrar todo este proceso administrativo y mis amigos de Valdivia Eduardo y Alejandro.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a cada miembro de mi familia, mis padres por su gran esfuerzo y apoyo incondicional, mi hermano Omar y mi hija Laura quien es unas de mis principales motivaciones para seguir adelante

RESUMEN

En el año 2010 se inició un proyecto de restauración ecológica (RE) activa en la Eco-región de los Bosques Valdivianos en un área piloto de 93,4 ha, en la Reserva Costera Valdiviana (RCV), se logra este proyecto mediante un consorcio formado por The Nature Conservancy (TNC), la empresa forestal MASISA, y la Universidad Austral de Chile. La restauración es abordada por la tala rasa y la comercialización de la madera de *Eucalyptus globulus* en forma de astillas para su posterior venta (plan de aprovechamiento) y la reforestación se realizó mediante la plantación de especie nativa *Nothofagus dombeyi*. Por tal motivo este trabajo tiene como objetivo analizar los costos iniciales del proyecto de RE incurridos en el área piloto, a consecuencia de que en Chile la información de estudios con énfasis hacia costos de restauración es escasa. Se consultó a los principales actores del consorcio sobre los antecedentes de costos incurridos para este proyecto y por medio de la aplicación del manejo adaptativo para ecosistemas se sistematizó los ítems de los costos en tres etapas para la RE, logrando clasificarlos en etapa de planificación, implementación y monitoreo–evaluación. Como resultados los costos totales incurridos fueron alrededor de \$1.000 millones de pesos. Los principales costos corresponden a la etapa de implementación con un 86,8 % del total, donde el costos del plan de aprovechamiento sumados a los de reforestación significo un costo total 9.778.371 \$/ha. EL ítem de cosecha de plantaciones constituye un punto significativo en el sistema productivo, que debiesen mejorar en relación a la rentabilidad, ya que la viabilidad económica es un factor importante de estos tipos de proyectos para poder auto solventarse.

Palabras claves: Restauración ecológica, Eco-región de los Bosques Valdivianos, Reserva Costera Valdiviana, costos de restauración, rentabilidad económica

Índice de materias		Página
I	Calificación del Comité de Titulación	i
Ii	Agradecimientos	ii
Iii	Dedicatoria	iii
Iv	Resumen	iv
1	INTRODUCCIÓN	1
2	ESTADO DEL ARTE	3
2.1	Generalidades de la restauración ecológica	3
2.2	Escenario de la restauración ecológica en Chile y su financiamiento	4
2.3	Clasificación de costos para la restauración	5
2.4	Sistematización de datos	5
3	MATERIAL Y METODO	6
3.1	Área de estudio	6
3.2	Descripción del proyecto de restauración ecológica	9
3.3	Levantamiento de información relativa a los costos	11
3.4	Etapas de restauración ecológica como mecanismo técnico para la sistematización de costos	11
3.5	Clasificación y definición de actividades para las etapas de Restauración ecológica	13
4	RESULTADOS	14
4.1	Avance temporal del proyecto y comercialización de astillas	15
4.2	Etapas de planificación: Costos de actividades	16
4.3	Etapas de implementación: Costos actividades plan de aprovechamiento primera y segunda temporada	18
4.4	Balance entre costos estimados y costos reales por plan de aprovechamiento	20
4.5	Etapas de Implementación: Costos de reforestación	22
4.6	Etapas de monitoreo y evaluación	24
4.7	Síntesis de costos para las etapas de restauración	25
4.8	Cronología global de ejecución para cada etapa de la restauración	26
5	DISCUSIÓN	27
5.1	Proceso de las etapas, actividades y costos	27
5.2	Elementos para generar un esquema de seguimiento y registro de actividades	28
6	CONCLUSIONES	29
7	REFERENCIAS	30
Anexos	1 Listado de algunas iniciativas de restauración ecológica en Chile	
	2 Participantes del consorcio e información facilitada	
	3 Entrevistas	
	4 Etapas para la restauración ecológica y sus directrices	
	5 Descripción aportes patrocinadores del proyecto Rol de los bosques nativos en la producción de agua y exportación de nutrientes en cuencas de la cordillera de la costa del sur de Chile	

1. INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica (RE) como disciplina, surge formalmente a nivel global hace un poco más de 20 años en EEUU a raíz de la creación de la Sociedad internacional para la restauración ecológica (SER). En este sentido, en Chile los principales avances en el desarrollo y conocimiento de esta disciplina, están dirigidos con un enfoque científico orientado al desarrollo de actividades para la RE en ensayos experimentales que permiten comprender ciertos procesos ecológicos, como por ejemplo, funciones, integridad y recuperación de resiliencia de ecosistemas degradados. Además, de la realización de esfuerzos de acción directa de RE que se están realizando mediante iniciativas de carácter privadas, universidades y esfuerzos gubernamentales en sitios gravemente dañados recientemente por la ocurrencia de grandes incendios forestales.

En el caso de los ecosistemas forestales ubicados en la cordillera de la costa, estos han estado expuestos a través del tiempo a diversos tipos de degradación, principalmente de carácter antrópico, tales como extracción de leña y madera de forma no sustentable e ilegal, sustitución por plantaciones exóticas de pino y eucaliptus, incendios y cambio de uso de suelo orientado hacia la agricultura y ganadería. De acuerdo a lo anterior, el territorio de la Eco-Región de los Bosques Valdivianos, donde está presente actualmente la Reserva Costera Valdiviana (RCV), se ha visto afectado por la actividad forestal realizada por la empresa Bosques S.A, la que causó la tala rasa de aproximadamente 3.600 ha de bosques nativo por sustitución de plantaciones de *Eucalyptus globulus*, a mediados de los años noventa. La actual necesidad de revertir la degradación que afecto al bosque nativo en la RCV, ha impulsado una iniciativa de restauración ecológica activa en el año 2010, con la colaboración y conformación de un consorcio entre el actual propietario de la RCV, The Nature Conservancy (TNC), la Universidad Austral de Chile (UACH), más un tercer participante la empresa forestal MASISA SA. De esta manera, las partes establecieron un convenio donde se comprometieron a crear, diseñar e implementar el proyecto titulado “Plan de Aprovechamiento y Restauración Ecológica de las Áreas cubiertas por Plantaciones de Eucaliptus presente, así como de Bosques Nativos Degradados en la RCV”, además conocer, valorar y/o promocionar el conocimiento de la actividad forestal y la restauración ecológica en el área de impacto. Así las actividades desarrolladas dentro de este marco consisten en diseño de esquemas de manejo forestal y cosecha, planes de comercialización, desarrollo de investigación científica, actividades de difusión e involucramiento de la comunidad local y académica.

La importancia de evaluar las actividades iniciales del proyecto de restauración a largo plazo en la RCV, bajo el contexto del análisis de los costos en que se incurre, puede aportar información relevante e incipiente para ordenar y utilizar de mejor forma los recursos en territorios que se incorporen a la restauración mediante la reconversión de plantaciones a bosques nativos o que estén bajo otros regímenes de perturbación. Es por ello que este trabajo tiene como objetivo general analizar los costos iniciales del proyecto de RE incurridos en el área piloto y considerar esa base empírica para los lineamientos de un plan operativo de RE, que permita evaluar viabilidad económica y seguimiento de las futuras etapas programables de restauración ecológica en la RCV, tanto como de otras iniciativas de RE.

Objetivos específicos

1. Estimar los costos directos del proyecto de restauración en la Reserva Costera Valdiviana en su etapa inicial para el área piloto de 94,3 hectáreas, mediante sistematización de ítems y etapas para la RE.
2. Identificar y comparar entre algunos tipos de costos asociados a la naturaleza de este proyecto de restauración ecológica
3. A partir del análisis efectuado para la RCV, hacer recomendaciones para la estimación y seguimiento de los costos de la restauración ecológica

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Generalidades de la Restauración ecológica

La restauración ecológica puede definirse como una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema (que ha sido degradado, dañado o destruido) con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER 2004).

Existen dos modalidades de restauración ecológica, pasiva y activa. La pasiva se refiere a la recuperación natural del sistema sin intervención, o con un manejo mínimo que permita excluir la presión que causó la degradación de manera tal que permita la recuperación del ecosistema. Esta modalidad se puede emplear en situaciones donde los recursos son limitados para el programa de restauración y/o donde el ecosistema degradado posee la capacidad de auto regenerarse (resiliencia), regulando solo pequeñas actividades de manejo para el control ciertas amenazas que pudiesen afectar su recuperación de forma natural. Por otra parte, la restauración activa se refiere a la recuperación artificial del sistema mediante un programa de introducción y manejo de especies, simulando la sucesión natural (Echeverría *et al* 2010), este tipo de restauración se debe realizar cuando los ecosistemas están muy degradados y no pueden regenerarse solos, es muy lenta su regeneración o se desvía o detiene su dinámica natural (Vargas 2007). En tal caso se requiere la intervención del hombre mediante obras de ingeniería para restablecer las condiciones biofísicas, también podría requerir de la reintroducción intencional de especies autóctonas que se hubiese perdido y de la eliminación o control, hasta donde sea posible, de especies exóticas invasoras y dañinas (SER 2004).

Un proyecto de restauración antes de implementarse debe comprobar que incluye acciones encaminadas a cumplir los siguientes requisitos: 1° viabilidad científica, 2° viabilidad territorial, 3° viabilidad técnica, 4° viabilidad económica, 5° viabilidad legislativa, 6° viabilidad social y 7° viabilidad política (Montes 2002). En relación al diseño de cómo medir el éxito de la restauración ecológica se ha señalado que los proyectos con resultados positivos, debe cubrir las dimensiones (ecológica, social, económica y aprendizaje) (Palmer *et al.* 2005, Vargas 2007)

En los últimos años la restauración ecológica ha cobrado importancia en el ámbito académico, el cual a través de la investigación ha avanzado hacia una identidad científica propia dentro de la ecología

forestal (Young *et al.* 2005). En este lineamiento y como parte de la evolución de esta ciencia, en 1934 Curtis y Aldo Leopold, llevaron a cabo, una de las iniciativas pioneras más conocidas de restauración ecológica, en una pradera de la Universidad de Wisconsin en Estados Unidos, donde realizaron una serie de modificaciones para estudiar los estados sucesionales asociados a la restauración (Carabias y Col 2007, Aizman 2007, Higgs 1997). En este contexto los primeros boletines de carácter científico relacionados con restauración fueron “*Restoration and Management Notes*”, del *Arboretum* de la Universidad de Wisconsin en 1981, y “*Restoration Ecology*” lanzada en 1993 por SER, además de las revistas científicas *Ecological Restoration* que tratan específicamente el tema (Fischer 2013).

Actualmente existen diversas organizaciones y redes de colaboración dedicados a la restauración ecológica, como la ya mencionada SER, la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE), European Center for River Restoration, Global Restoration Network, entre otras. Mientras que en América Latina hay siete redes de RE en seis países; dos en Brasil, y una en México, Cuba, Colombia, Argentina y Chile (Echeverría *et al.* 2015, citado en Smith-Ramírez *et al.* 2015). En el caso de Chile, en el año 2014 se creó la Red Restauramos Chile, que es una red de colaboración que une a profesionales, restauradores, propietarios de tierras, y otras personas vinculadas activamente a la restauración.

2.2 Escenario de la restauración ecológica en Chile y su financiamiento

En Chile, los proyectos actualmente en funcionamiento son financiados principalmente por fondos internacionales y/o nacionales privados y por lo general la información se encuentra dispersa y muchas veces corresponde a proyectos de compañías privadas que no ponen a disposición la información recabada (Fernández *et al.* 2010). Ahora los últimos reportes sobre lugares donde se realizan iniciativas de RE, señalan que actualmente existen cerca de 60, los cuales cuentan con la participación activa de universidades, empresas privadas, instituciones públicas, ONGs, entre otras (Smith-Ramírez *et al.* 2015).

En el último tiempo algunos autores (*p.e.* Lara *et al.* 2014, Smith-Ramírez *et al.* 2015) han recopilado información de experiencias de RE en Chile y mucho de estos estudios se enfocan en la obtención de resultados y descripciones respecto a las respuestas ecológicas de las acciones de restauración empleadas para cada iniciativa, pero poco de estos hacen mención a la estimación de los costos de

cuyas acciones (Anexo1). Como también se puede aludir que no existe registro de un estudio que aborde específicamente el tema de los costos de RE.

2.3 Clasificación de costos para la restauración

Costos en torno a la restauración para este estudio se puede definir en base a la contabilidad de costos como un sacrificio económico que se asigna para lograr un objetivo, donde por lo general se mide como la cantidad monetaria que debe pagar para adquirir bienes o servicios (Horngren *et al.* 2014). Según Cecon (2013) los costos de implantación son los más elementales para la asignación de recursos para la RE. Lo cual para este análisis constituye un conjunto de registros, que facilita la evaluación del resultado de los procedimientos para abordar de mejor forma la toma de decisiones.

Para esto se reconoce además la importancia de establecer un sistema de costos el cual permite identificarlos en este proyecto de RE. Algunos costos identificados son los que se clasifican según Pérez *et al.* (2009), como el tipo de costo en el tiempo que se determinan, los cuales se distinguen en: Costos Reales, los cuales son aquellos que se obtienen después de que el producto ha sido elaborado, éstos indican lo que ha costado producir un determinado bien o servicio. También se encuentran los Costos estimados, que son los que se calculan sobre la base de experiencia y conocimiento de la industria antes de producirse un artículo o durante su transformación.

Otro tipo de costos son Costos de producción, los que se generan en el proceso de transformar una materia prima en un producto determinado, los cuales se identificaron en tres tipos trabajo: costos de mano de obra, costos de administración y costos indirectos, los cuales intervienen en el proceso del producto final, pero que son distintos del material y mano de obra directa (Rojas 2007).

Otra naturaleza de costos son los erogados para investigación científica y monitoreo en el área de estudio, que si bien se pueden asumir como costos, esto corresponde a financiamiento o aportes desde entidades externas del consorcio.

2.4 Sistematización de datos

El concepto de sistematización ha estado ligado al desarrollo del método científico y en los últimos años, sus usos más frecuentes ha estado asociado a la sistematización de información o sistematización de datos (PESA 2004). La sistematización es un proceso de reflexión que pretende ordenar u organizar

lo que ha sido la marcha, los procesos y los resultados de un proyecto, buscando en tal dinámica las dimensiones que pueden explicar el curso que asumió el trabajo realizado (Martinic 1984).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

La Reserva Costera Valdiviana (RCV) tiene una superficie de 50.530 hectáreas (Delgado 2010) y se ubica en la cordillera Pelada, aproximadamente a 40 Km al Sur-Oeste de la ciudad de Valdivia en la región de los Ríos específicamente en la vertiente occidental de las comunas de Corral y la Unión, 39° 58' S, 73° 35' O (Lara *et al.* 2013) (figura 1). A su vez se emplaza entre el río Chaihuín y el río Bueno. Se puede llegar por el camino T-450 desde la Ciudad de Corral y por el camino T-80 desde la ciudad de la Unión, al interior de la RCV presenta caminos secundarios de tierra, principalmente forestales

Este territorio presenta una serie de formaciones singulares, producto de la pronunciada pendiente de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa debido a la acción del mar y los cursos de agua que desembocan en el Océano Pacífico. Este territorio alberga un área relevante de bosques nativos en buen estado de conservación, principalmente formaciones vegetacionales correspondientes a bosques siempreverde de la Cordillera Pelada, bosques Laurifolio Costeros y Bosques Resinosos de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) (Gajardo 1994, Luebert y Pliscof 2004). También se encuentran ecosistemas costeros-marinos de gran importancia biológica y cultural, y una alta concentración de especies de fauna y flora nativa, de relevancia nacional y mundial (Veit 1994, Armesto *et al.* 1997, Villagrán *et al.* 1997, Farías y Tecklin 2003).

La RCV a su vez está ubicada en el *hotspot* (núcleo) de biodiversidad llamado “*Chilean Winter Rainfall Valdivian Forests*” (Bosques Valdivianos lluviosos de Chile, WWF 2011). Éste constituye una virtual isla continental delimitada por el Océano Pacífico al oeste, la Cordillera de los Andes al este, y el desierto de Atacama en el norte de Chile. También este sitio en su totalidad forma parte de uno de los sitios prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad definidos por el Estado de Chile el cual incluye la Cordillera Pelada en el conjunto de la Cordillera de la Costa.

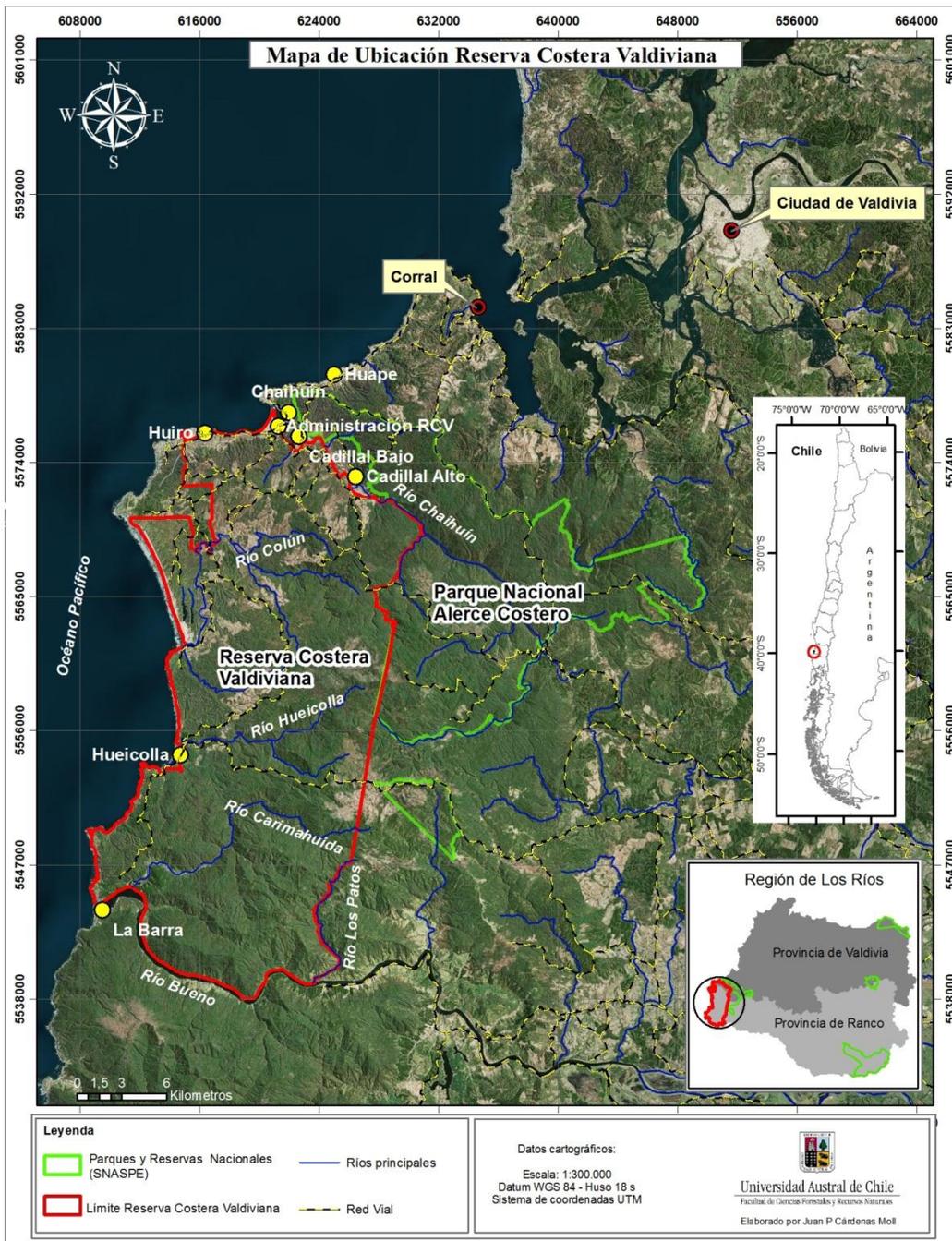


Figura 1. Mapa de ubicación Reserva Costera Valdiviana

La comuna está en proceso de tramitación, la actualización de sus territorios como Zona de Interés Turístico (ZOIT) (GORE los Ríos 2015). La localidad de Chaihuín para el año 2009 registró un total de 5.261 visitantes y/o turistas de los cuales 696 de ellos ingresaron a la reserva (Saavedra 2009). En este territorio también incorpora zonas propuestas para Conservación Marina y se localizan puntos de Patrimonio Arqueológico ya que en el sector de dunas y playas en Colún se han identificado sitios arqueológicos (Adán *et al.* 2005).

Características vegetacionales

La RCV tiene una superficie de 42.379 ha de bosques nativos donde se puede identificar en seis tipos forestales (CONAF 2006). El tipo forestal predominante y ampliamente distribuido es el Siempreverde con 82% de superficie, dominados por coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y coigüe común (*Nothofagus dombeyi*), compuesto además por las especies como canelo (*Drimys winteri*), tepa (*Laureliopsis philippiana*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), olivillo (*Aextoxicum punctatum*), entre otras (Lara *et al.* 2013). Cabe mencionar que también se desarrollan algunos rodales de *Fitzroya cupressoides*, especie emblemática que en la reserva alcanza más de 2 metros de diámetro y supera los 1.000 años de edad (Lara *et al.* 2013).

Clima

La temperatura mínima promedio es de 8° a 9° C y una máxima promedio de 15° C (Lara *et al.* 2014). La precipitación anual de 1.800 - 2.500 milímetros en las partes de menor altitud y hasta 4.000 milímetros en los sectores más elevados (Little *et al.* 2013). Las precipitaciones se concentran en invierno con una fuerte disminución en el verano (< 10 % entre enero y marzo) (Lara *et al.* 2014).

Geomorfología y suelos

La zona de la Cordillera de la Costa donde se ubica la RCV es reconocida por Fuenzalida (1965) como Cordillera Pelada. Desde el punto de vista geomorfológico, clasifica esta zona a nivel nacional como *Región Central Lacustre* y del *Llano Glaciovolcanico* (Börgel, 1983 citado por Delgado 2005). La geomorfología actual del paisaje en la cordillera de la costa responde a eventos generados por agentes erosivos, climáticos y fluviales (Brüggen 1950, Illies 1970. citado por Delgado 2005).

Las características de suelos en la RCV según (IREN¹ y UACH 1979) corresponde a las series de suelo Chaihuín (CHY), son suelos que ocurren en la zona costera hasta una altura de 80 m.s.n.m, son profundos con texturas moderadamente finas en superficie a finas en profundidad. Y la Serie La Pelada (LAP) correspondiendo a los sectores más altos de esta formación. Son suelos derivados de esquistos que se han desarrollado sobre planos de erosión de origen terciario. Son suelos delgados a muy

¹ INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES

delgados; texturas moderadamente finas a finas en todo el perfil. El arraigamiento es bueno hasta los 23 cm y escaso en profundidad.

Localidades aledañas a la RCV

Actualmente, en las comunidades locales en torno a la RCV existe un sistema productivo diversificado, que combina pesquería artesanal, recolección de productos costeros (algas y mariscos), pequeña agricultura y ganadería, recolección estacional de productos no madereros del bosque (Godoy 2003) y en algunos asentamientos se ha comenzado a integrar la provisión de servicios vinculados al incipiente desarrollo turístico local (hospedaje, hostería, camping).

3.2 Descripción del proyecto de restauración ecológica

Desde la conformación de la RCV en el año 2003, la ONG propietaria TNC plantea la idea y necesidad de recuperar mediante RE, 3.600 ha del ecosistema correspondiente a bosques templados de la Cordillera de la Costa del tipo forestal Siempreverde sustituidos por plantaciones de *E. globulus* (6% del área total de la RCV) (Delgado 2010). En consecuencia, la restauración de diversos servicios ecosistémicos entre ellos la provisión de agua (cantidad y calidad), belleza escénica y oportunidades de turismo se vieron afectadas significativamente por esta conversión. (Lara *et al.* 2014).

Para llevar a cabo el proyecto de RE se consolida el consorcio en el año 2010 y se suscribió el convenio entre The Nature Conservancy (TNC), la Universidad Austral (UACH) y MASISA S.A, con el fin de estructurar y llevar a cabo el proyecto mediante “Plan de aprovechamiento y reforestación en áreas cubiertas por plantaciones de eucaliptus presentes en la Reserva Costera Valdiviana”. Se planifica cosechar a tala rasa para producir astillas y plantar con la especie nativa coihue común *Nothofagus dombeyi*. Este proyecto de RE se financia de los márgenes de utilidades de la venta del producto. Para ello también se establece un acuerdo comercial entre TNC y MASISA, donde la empresa forestal es responsable de las actividades de cosecha y reforestación del área a restaurar, así como también de la venta de los productos (Lara *et al.* 2014). El proyecto también consideró un acuerdo comercial entre TNC, MASISA y el Comité Agrícola y Forestal de Chaihuín (COAFOCH) para la cosecha de 10 ha en donde MASISA entregó un programa de servicio de apoyo integral en terreno y capacitación para la realización de la cosecha. (Echeverría 2011).

En la figura 3 se puede ver los polígonos de color rojo corresponden a las zonas de plantaciones en distintas etapas de crecimiento y distribuidos en diversos sectores a lo largo de la Reserva, estas zonas corresponden también como parte de la zonificación de manejo forestal establecidas en el plan de manejo. El área piloto de RE comprende 3 zonas ubicadas al norte de la reserva.

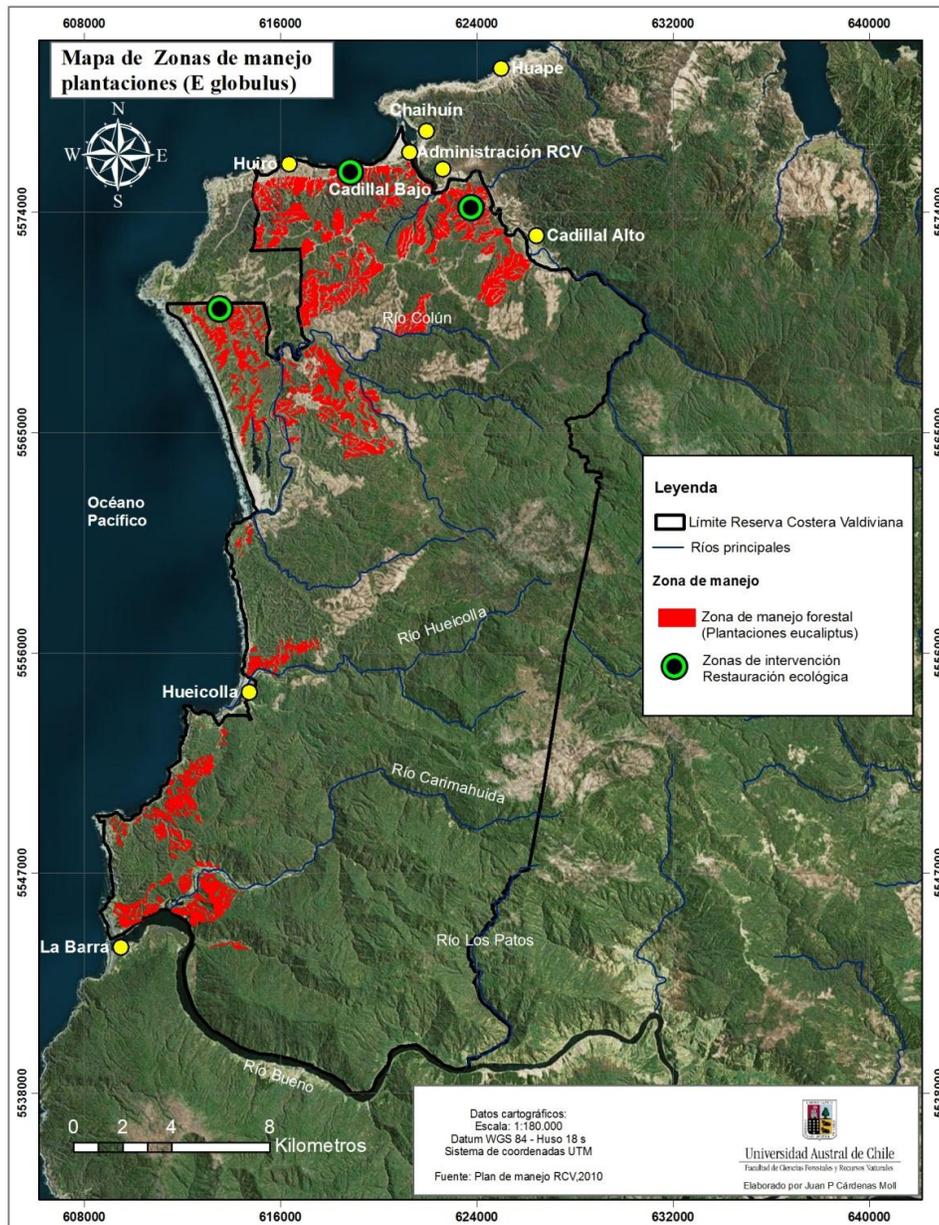


Figura 2. Mapa de manejo forestal (plantaciones de *Eucaliptus globulus*)

Este proyecto se ejecutó en dos temporadas 2011-2012 y 2012-2013, donde todas las actividades correspondientes (Plan de aprovechamiento) se ejecutaron en periodo estival Enero-Marzo y las actividades de reforestación en invierno y primavera entre Julio – Septiembre aproximadamente.

3.3 Levantamiento de información relativa a los costos

Para la recopilación de información se realizaron entrevistas a los principales actores del consorcio y encargados de este proyecto, los cuales poseían registro sobre actividades correspondientes de los costos: MASISA, profesional de la parte operacional del proyecto, investigadores y profesores de la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, quienes realizan estudios de monitoreo y RE vinculados a este proyecto (anexo2). También se concretó una entrevista con el administrador de la RCV y profesional de MASISA (anexo 3).

Se envió una solicitud de acceso de información y compromiso de no divulgación externa de datos a encargados directos de MASISA y a TNC. También se estableció contacto vía mail, Skype y llamadas telefónicas y entrevistas personales de tipo estructuradas y semi estructuradas, para resolver dudas respecto a la información facilitada para este trabajo. De las principales fuentes de datos que se obtuvieron fueron por medio de:

3.4 Etapas de restauración ecológica como mecanismo técnico para la sistematización de costos

La sistematización de costos, para este análisis, se basa en el seguimiento de estándares para la práctica en la conservación por medio del manejo adaptativo en etapas continuas: **1) Planificación, 2) Implementación, 3) Monitoreo y evaluación** (CMP The Conservation Measures Partnership² 2007), ELI Environmental Law Institute 2011, Lara *et al.* 2014, Fernández *et al.* 2010). Donde el manejo adaptativo incorpora supervisar el manejo de los sistemas naturales, lo que lleva al aprendizaje de nuevas lecciones. Dichas lecciones pueden aplicarse subsecuentemente en la mejora del manejo de los ecosistemas en un ciclo continuo de mejor adaptación al cambio de las condiciones imperantes (UICN 2008). Esto constituye un reconocimiento de la incertidumbre inherente en el manejo de recursos biológicos que se centra principalmente en adquirir nuevo conocimiento a partir de la integración de esta información (Lindermayer y Franklin 2002, WWF 2005)

² Conservation Measures Partnership (CMP) es un consorcio de organizaciones de la conservación cuya misión es mejorar la práctica de la conservación de la biodiversidad desarrollando y promoviendo estándares comunes para el proceso de conservación y midiendo el impacto de la conservación.

Además se encuentran como apoyo para este estudio las directrices y pautas para la RE de estas etapas asociadas a las propuestas de Clewell *et al.* (2005) en publicaciones en el SER 2005³, (anexo 4), Parks Canada Agency⁴.

Definición de las etapas

Planificación

Esta etapa implica desarrollar el Plan de Acción que servirá para registrar los objetivos, estrategias y metas del proyecto (CMP 2007). Los objetivos pueden ser muy específicos como la conservación de una o más especies, o más generales como el logro de un cierto nivel de biodiversidad, el desarrollo de ciertas formas de crecimiento, funciones ecosistémicas, o la provisión de un determinado nivel de servicios ecosistémicos (Lara *et al.* 2014). Como también se podría establecer metas claramente expresadas que reflejen atributos importantes del ecosistema de referencia a restaurar (Davis y Meurk 2001, SER 2004). Se debe fijar un análisis económico de los costos y beneficios asociados a las intervenciones de restauración identificadas. (UICN y WRI⁵ 2014). Requiere también desarrollar el Plan de Monitoreo que servirá para dar seguimiento al progreso y desarrollar el Plan Operativo que especificará los recursos necesarios y los riesgos que deberá considerar (CMP 2007).

Implementación

Corresponde a la acción de restaurar mediante las actividades previstas en la etapa de planificación y de cómo estas se llevan a la práctica. También aquí se estudia y ejecutan medidas correctivas de las variables ambientales y los regímenes de perturbación que son de importancia del sitio a restaurar (Dorner y Brown 2000), además de controlar las fuentes de degradación (herbivoría, especies invasoras, cosecha, entre otras), restituir las cualidades ambientales mejorando las condiciones físicas del sitio (topografía, fertilidad del suelo, etc.), y de cómo también se pueden introducir especies que no eran capaces de establecerse en las condiciones originales (Lara *et al.* 2014).

Monitoreo y evaluación

En esta etapa es donde se realiza el seguimiento para evaluar el cumplimiento de los objetivos conforme a estándares de desempeño, que también se conocen como criterios de diseño o criterios de

³ Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects, 2 Edition. Andre Clewell, John Rieger, and John Munro. December 2005. www.ser.org and Tucson: Society for Ecological Restoration International

⁴ Principios y Directrices para la RESTAURACIÓN ECOLÓGICA en las Áreas Protegidas Naturales de Canadá. 2007

⁵ World Resources Institute

éxito en materia ambiental (Fernández *et al.* 2010). La realización de evaluaciones garantiza el cumplimiento de las metas y objetivos del proyecto. Luego, el proyecto puede ser divulgado para información pública y técnica (Clewel *et al.* 2005).

Según Parks Canada Agency (2007), el monitoreo debería integrarse directamente en el diseño de los proyectos de restauración, tanto para la verificación de las hipótesis de restauración y la evaluación continua del estado del ecosistema restaurado, como también para el mejoramiento de la participación, aprendizaje y experiencia.

3.5 Clasificación y definición de actividades para las etapas de Restauración ecológica

La clasificación o sistematización de actividades para este trabajo se encuentra regulado principalmente por la escala de detalle de los antecedentes entregados por parte de las fuentes consultadas. Dado lo anterior, a continuación se presentan las categorías de costos (ítems) constituidas para cada etapa de la RE.

Etapa Planificación

En este caso corresponden a insumos como informes técnicos medioambientales, inventarios forestales, cartografía y las actividades asociadas a talleres de planificación, mediante el proceso participativo del consorcio para el desarrollo del diseño de los mecanismos de intervención del aprovechamiento forestal y reforestación para las primeras 43,7 ha restauradas.

Etapa de implementación

Para la etapa de implementación se clasificaron dos grupos de actividades tanto para las actividades relacionadas al plan de aprovechamiento como también para la reforestación.

Plan de aprovechamiento

Considera las siguientes actividades:

- 1-Construcción de caminos
- 2-Mantenimiento de caminos
- 3-Tala rasa
- 4-Astillado
- 5-Transporte (madera a cancha) y transporte a Corral
- 6-Riego de Caminos, señalización mediante bandereo

7-Servicio pesaje: Control de tonelaje para camiones con carga de astillas.

8-Servicio de Certificación (John O’Ryan Surveyors)⁶: Es una empresa chilena de control y certificación de calidad y cantidad, tanto de materias primas como productos terminados.

9-Administración: Son los costos operacionales relacionados con la gestión administrativa para la planeación, organización, incluyendo las actividades ejecutivas, financieras, comerciales y legales.

Reforestación consideró las siguientes actividades:

1-Cercado: Construcción de cerco perimetral en superficie restauración como barrera de ingreso de agentes perturbadores (ganado domestico principalmente).

2-Manejo de residuos: Manejo de suelo, manejo de residuos producido en actividad de tala.

3-Control regeneración: Tratamiento mediante control químico y desbroce manual hacia rebrotes de eucaliptus de tocón y semilla (químico al tocón y también al follaje).

4-Plantacion: Técnica directa de establecimiento para plantas de *Nothofagus dombeyi* en el terreno.

5-Plantas: Compra de ejemplares de *Nothofagus dombeyi* en viveros locales de la región

6-Traslados: Transporte de plantas desde vivero hacia lugar de restauración.

Etapas de Monitoreo y evaluación

Esta etapa cuenta con múltiples actividades donde el enfoque de este se orienta hacia la investigación científica para la caracterización del área de estudio mediante estudios de línea de base, educación y operaciones para el seguimiento del proceso de actividades de implementación y para la evaluación temprana de resultados parciales de las acciones asistidas para la RE. Y se clasifican según las fuentes de financiamiento asociado a cada objeto de investigación.

4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la sistematización de actividades y costos, clasificados según las etapas de restauración ecológica, incurridos en el proyecto piloto en para superficie de 94,3 ha.

⁶ John O’Ryan Surveyors <http://www.oryansurveyors.com/>

4.1 Avances temporal del proyecto y comercialización de astillas

En la primera temporada correspondiente a 43,7 ha, se cosechó un total 14,336 m³ssc (metros cúbicos sólidos sin corteza) la cual es equivalente a la medida de 7.311,2 Bdmt (bond dry metric ton), que es la unidad de medida internacional por la que se comercializa las astillas de eucaliptus, y corresponde a una tonelada de astillas al 0% de contenido de humedad (seca), la cual se vendió a un precio de USD/CLP \$ 483 y se obtuvo un ingreso de \$399.465.852 millones de pesos, esta etapa tuvo un retraso donde quedó un stock de astillas por producir dentro del año 2012 (Figura 4).

En Junio de 2011 se acordó ampliar la superficie de cosecha, de manera de poder distribuir los mayores costos obtenidos (principalmente en construcción de caminos) de la primera etapa del proyecto, es por esto que en la segunda temporada se produjo 19.358,9 m³ssc, equivalente a 9.873 Bdmt de las 50,6 ha adicionales y se vendió a un precio USD /CLP \$ 476, donde se obtuvo un ingreso de 533.400.805 millones de pesos (Masisa S.A. Woodland, TNC Julio 2013) (Figura 4).



Figura 3. Costos e ingresos totales proyecto restauración ecológica en área piloto

En tanto la reforestación del área total significó un costo de \$ 93.003.462 millones. Según el banco central⁷, el precio de dólar observado promedio para el año 2013 fue de \$ 495 pesos. Lo que significó ingresos totales de la venta de estilla de \$ 932.866.657 pesos, equivalente USD \$ 1.88 millones. Los

⁷ <http://si3.bcentral.cl/Indicadorssiete/secure/graficos/GraphHighChart.aspx?anio=2013&anioInicio=1984>

costos totales tanto de actividades de plan de aprovechamiento sumado a los de reforestación para cada temporada correspondieron a \$ 922.066.560 pesos, equivalente a USD \$ 1.86 millones. Mientras que el margen de utilidad facturado para TNC en este proyecto de RE fue de S 10.800.097 pesos, equivalente a USD \$ 21.8 mil.

4.2 Etapa de planificación: Costos de actividades

El proyecto contó con una etapa de planificación de actividades donde las partes del consorcio logran acuerdo respecto al sitio a restaurar, tamaño del área, tipo de operaciones forestales, trabajo con la comunidad y acciones de difusión y transferencia (Lara *et al* 2014). Dentro de ese marco esta etapa contó con reuniones de planificación, sensibilización y estudios de información territorial y de inventario de rodales (cuadro 2).

Se registró al menos siete actividades relacionadas con un total de 13 jornadas realizadas, de las cuales 6 de ellas consistieron en talleres de difusión y capacitaciones por parte de profesionales de la empresa Masisa tanto en conjunto del apoyo de TNC y de la U. Austral, dirigidas a los trabajadores de empresas de servicios forestales (EMSEFOR) Masisa, como también incluyó participación de la Cooperativa Agrícola y Forestal Chaihuín (COAFOCH), como un actor más, dentro de las actividades de implementación para la RE, lo cual responde como objetivo de inclusión social de un actor local considerado por el Consorcio.

Las actividades n° 1, 3 y 4 se vinculan al conocimiento, descripción del área y sus límites (Cuadro 1), además se estableció un sistema de jornada integrales sobre los planteamientos y mecanismos de intervención a realizar. También hubo jornadas de capacitación reglamentaria de temas laborales, ambientales y de seguridad que son parte de las temáticas normativas que debe abordar MASISA como empresa con sistema de gestión certificada por The Forest Stewardship Council (FSC).

Debido a las características del proyecto de RE, todas estas actividades fueron ejecutadas principalmente dentro del segundo semestre del año 2010. Uno de los principales estudios y con un costo correspondiente a un 52% de inversión en la planificación, fue determinar por medio de un informe técnico del inventario forestal, los volúmenes de los rodales y análisis de variables ambientales o fisiográfico (pendientes, fragilidad de suelo, etc.), en el área piloto dentro de las primeras 43,7 ha. La importancia de este estudio en ésta etapa juega un factor importante para determinar la viabilidad económica, mediante la estimación de costos asociados a actividades del plan de aprovechamiento y

proyecciones de ingresos obtenidos de la venta del producto de astillas para financiar a su vez actividades e insumos para la reforestación total del área piloto

Cuadro 2 Costos de actividades etapa de planificación, periodo segundo semestre 2010 y mes de enero 2011

Temporada	Actividad	Jornadas	Costo \$
Junio -2010	1. Inventario forestal ⁸	s/n ⁹	1.125.000
Noviembre-2010	2. Charla Inicial : Realización de una charla introductoria del significado y proyecciones del proyecto entre la TNC-UACH y MASISA y la participación de COAFOCH	2,0	128.771
	3. Planificación de las actividades de aprovechamiento: Cartografía, Replanteo límites, esquemas de trozados y buenas prácticas operacionales. COAFOCH y Empresas de Servicios Forestales (EMSEFOR) Masisa.	3,0	232.356
Diciembre-2010	4. Presentación TNC esquemas de aprovechamiento. Observaciones de operaciones en el aprovechamiento: Rodales a intervenir, marcación de límites, entrega planos y esquemas de trozado. COAFOCH y EMSEFOR Masisa.	2,0	167.971
	5. Charla de Inducción en terreno sobre las adecuadas prácticas de seguridad. COAFOCH y EMSEFOR Masisa.	2,0	167.971
	6. Capacitación del reglamento laboral: Temas de Contrato, Mutualidad, Reglamento Higiene y Seguridad, Transporte Personal, Alimentación. COAFOCH y EMSEFOR Masisa.	2,0	167.971
Enero-2011	7. Capacitación de Cuidados del Entorno: Cursos de agua, Biodiversidad, Suelo, Corredores. COAFOCH y EMSEFOR Masisa.	2,0	167.971
Total costo		13	2.158.011
Total costo/ha			49.382

Fuente: Departamento área de operaciones Masisa 2013.

Uno de los principales puntos de apoyo y de incidencia en esta etapa han sido los estudios realizados en el área de la RCV desde su conformación en el año 2003, como son el Plan de Conservación del 2005 y el Plan de manejo publicado en el 2010. En ellos describen mediante estudio de línea de base, el territorio en términos biofísicos y sociales de las localidades aledañas. También menciona las amenazas

⁸ Informe técnico de MASISA llamado: ANALISIS PARA LA PLANIFICACION DE COSECHA RESERVA COSTERA VALDIVIANA CHAIHUIN. Integración de Parámetros Ambientales. Corresponde al inventario forestal con una intensidad de muestreo de 1 (0.05 ha) parcela por cada ha, realizado en el año 2010, el cual determinó el volumen en pie de los rodales antes mencionados. El costo de este estudio se estimó en base a los montos ofertados en la licitación de inventario forestal de código: 2134-20-L109 del año 2009 por CONAF en el portal <http://www.mercadopublico.cl>. El costo promedio de una parcela para cada hectárea tiene un precio de \$ 25.000

⁹ Número de Jornadas no determinadas para ese estudio

hacia objetos de conservación definidos y la importancia de transformar el paisaje por medio de reconversión a bosque nativo, producto del establecimiento de las plantaciones de eucaliptus por los antiguos propietarios, con el objetivo de aumentar el valor de conservación del área dentro del contexto de la Ecorregión Valdiviana.

4.3 Etapa de implementación: Costos de actividades plan de aprovechamiento primera y segunda temporada

Esta etapa se basó en operaciones forestales bajo regulaciones FSC, donde se visualizó un horizonte regular de acuerdo a las actividades silviculturales correspondiente al manejo de plantaciones de monocultivo, éste se ejecutó en periodo estival Enero-Marzo. A modo de respuesta en este proceso en sus diversas actividades sufrió un retraso en la primera temporada 2011-2012 correspondiente a las 43,7 ha. En el cual del volumen total producido 14.336 m³ssc (metros cúbicos sólidos sin corteza), vendió como astillas un volumen equivalente a 8.446 m³ssc, en esa temporada quedó un stock de 5.890 m³ssc por astillar, lo que fue producido durante la temporada 2012-2013, en conjunto con el volumen total 19.259 m³ssc, producido de las 50,6 ha restantes. (Cuadro 3), este saldo tuvo un coste asociado a transporte, riego de caminos y señalización por bandereros.

Este esquema de aprovechamiento tuvo un costo total de 829.096.887 millones de pesos equivalente a 8.792.120 millones de pesos por hectárea manejada y su análisis se sintetiza en diez actividades, principalmente donde los costos mayoritarios en más de un 50 % del total fueron determinados por la actividad de cosecha junto con la actividad de astillado, debido a este esquema industrial, se incurrió para esta faena el uso maquinaria especializada: Chipeadora, Skidders y camiones transportadores. A su vez, tuvo que costear el mejoramiento de caminos defectuosos dentro de la reserva para poder acceder con las maquinarias hacia las plantaciones.

También se adicionó el costo de riego de caminos por el paso obligado de los camiones por medio de localidades, como medida de mitigación para reducir el impacto de polución, partículas en suspensión producto del tráfico que transportaron las astillas desde la reserva hasta el puerto de la localidad de Corral por el camino T-450 y también se incurre en el costo de los bandereros quienes controlaron mediante un registro el tráfico de los camiones.

Cuadro 3 Costos reales del Plan de Aprovechamiento primera y segunda etapa

Ítems Actividades	2011-2012	2012-2013	Total	Total
	43,7 ha	50,6 ha	94,3 ha	Costos \$ /ha
Construcción Caminos y Canchas	20.885.700	72.695.878	93.581.578	992.382
Cosecha	136.945.836	###	136.945.836	1.452.236
Transporte Madera a Cancha	47.894.752	1.356.987	49.251.739	522.288
Astillado en Cancha	49.589.415	31.589.245	81.178.660	860.855
Cosecha y Astillado	###	203.879.639	203.879.639	2.162.032
Mantenimiento Caminos	15.958.123	13.895.695	29.853.818	316.583
Riego Caminos / Banderero	4.254.869	60.192.618	64.447.487	683.430
Transporte a Corral	29.958.902	101.453.242	131.412.144	1.393.554
Otros Costos Indirectos y Administración	13.148.957	1.845.699	14.994.656	159.010
Pesaje	###	7.860.585	7.860.585	83.357
Certificación (John O’Ryan Surveyors)	###	15.656.956	15.656.956	166.033
Volumen producido/ m³ SSC	14.336	19.259	33.695	
Total Costos \$	318.650.934	510.445.954	829.096.887	8.792.120
Total Costos USD \$	643,739	1,031,203	1,674,943	17,761

Fuente: Masisa S.A. 2015 fuente interna y (Masisa S.A. Woodland, TNC Julio 2013)

Notas: ### Sin información

Para la siguiente temporada 2012-2013, se ejecutó el plan de aprovechamiento para las 50,6 ha restantes, asumiendo costos adicionales por servicio de pesaje y certificación O’Ryan. Además se recarga el prorrateo del costo de construcción de camino. Se puede mencionar que en esta segunda temporada según las fuentes consultadas el detalle de costo de las actividades cosecha y astillado no se encontraron desglosadas (cuadro 3).

En la figura 5, se puede apreciar en sentido de la manecillas de reloj el orden porcentual de mayor a menor con los costos incurridos en esta etapa, donde por un lado actividades más complejas en la cadena de producción, incide en la mitad de costo total de plan y por otro lado el requerimiento de servicios de control corresponden porcentualmente a costos más reducidos como pesaje, administración y certificación de astillas.

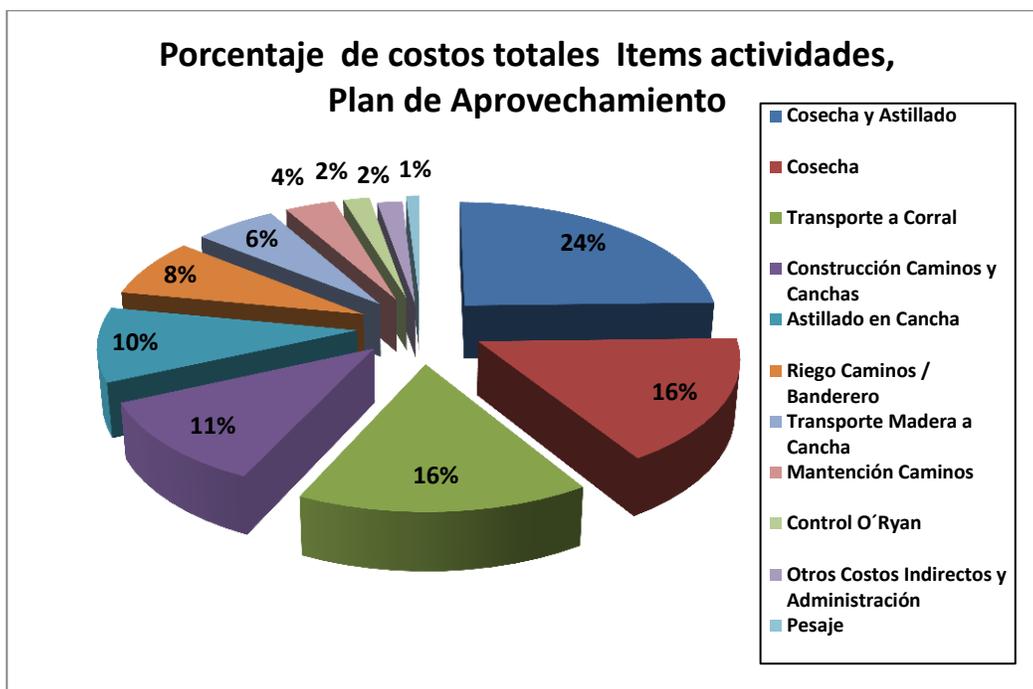


Figura 4. Distribución porcentual de costos por ítems de actividad

4.4 Balance entre costos estimados y costos reales por plan de aprovechamiento

A continuación se presenta el balance entre costos estimados (CE), costos parciales (CP) y costo final (CF). Se puede diferenciar que entre el balance de los costos totales entre CE y CF se subestimó en un 19 % la estimación, lo que significa que este plan costó en total \$ 4.005 pesos más por m³ producido, lo que equivale a \$ 134.948.075 (Cuadro 4). Como también se ha presentado en este análisis se logra determinar que por cada \$ 100 pesos de aumento por producir 1 m³ de astillas, el costo por actividad aumenta en \$ 3.369.490 pesos

Cuadro 4. Comparación entre costos reales y estimados, plan de aprovechamiento.

Ítems Actividades	Costos estimados (CE) (\$/m³)	Costos parciales(CP) 30/6/2011 (\$/m³)	Costos finales (CF) (\$/m³)	Diferencia % (CF-CE)/(CE)
Construcción Caminos y Canchas	1.352	3.637	2.777	105 %
Transporte Madera a Cancha	###	###	1.462	---
Cosecha y Astillado	12.028	12.783	12.524	4 %
Carguío	1.300	1.255	##	---
Mantenición Caminos	###	650	886	---
Riego Caminos / Banderero	1.120	1.020	1.913	71 %
Transporte a Corral	3.450	3.726	3.900	13 %
Otros Costos Indirectos y Administración	1.100	963	445	40 %
Despacho	250	250	##	---
Pesaje	###	###	233	---
Certificación (John O’Ryan Surveyors)	###	###	465	---
Total Costos unitarios (\$/m³)	20.600	24.284	24.605	19 %
Total Costos (\$/ 33.695 m³)	694.114.940	818.246.952	829.063.015	19 %

Notas: ### columnas (CE) y CP) significa que actividad no fue considerada o no ejecutada según planificación al inicio del proyecto. ## En columna (CF) corresponde a ítems descritos en la planificación que no es análogo a la clasificación de CF según MASISA, pero que si esos costos se asumen dentro de algún ítem de CF. Diferencia entre CF y CE (%) se calculó únicamente para aquellos casos en que ambos valores son ≥ 1 .

Del cuadro anterior se puede evaluar las diferencias de costos entre CE y CP y CF y que desde la planificación se estableció el prorrateo de los costos asumidos en construcción de caminos en el cual un porcentaje se desembolsó para la primera etapa (43,7 ha), aumentando su costo en el cálculo de costo parcial y bajando el costo final debido a la economía de escala, causado por el mayor volumen de m³ de astillas producido en la última etapa. Ese mismo fenómeno ocurre con el costo de cosecha y astillado donde el costo final se reduce en \$ 259 pesos por m³ respecto de su CP.

Se puede observar dos ítems de costos no considerados en la planificación dentro de los CE son los servicios de certificación y pesaje, estos costos fueron erogados una vez iniciadas las actividades de

Implementación en la segunda. También surgieron inconvenientes que no contemplaba el plan, esto se refleja en el caso de la actividad descrita como transporte de madera a cancha donde se considera un costo no estimado, esto se debió a que la maquina astilladora no se pudo establecer en el lugar de las cosechas debido a la accesibilidad dificultosa, por lo cual se tuvo que ubicar en un punto más lejano, generando así una actividad adicional de transporte, que tuvo como consecuencia el aumento de los costos y así como del tiempo de ejecución de esta etapa productiva.

Otra actividad que superó los costos asumidos en más de \$ 200 pesos/m³ de diferencia entre CP y CF, fue la mantención de caminos dentro de la RCV. El motivo de esto fue por el intenso flujo de camiones con alto tonelaje, generando una fuerte presión mecánica hacia el suelo que se caracteriza por una alta fragilidad (Agenda Local 21, 2008), sumado también a los coeficientes orográficos y agentes erosivos meteorológicos, como la alta pluviometría, que incide en la pérdida de suelo por escorrentía superficial (CIREN, 2010). Esto propició el desembolso de un total de \$ 886 pesos/m³ de pesos para mantener utilizables los caminos de la RCV y activas las actividades de implementación.

También cabe mencionar el costo elevado que implicó el transporte de astillas desde la RCV hasta el Puerto de Corral, por el tránsito de camiones hacia Corral. Esto determinó demoras debido a la interrupción del paso de camiones, así como a velocidades más lentas que lo planificado y tomar resguardos no considerados inicialmente (camiones aljibe y bandereros). También cabe mencionar que la ruta es angosta y no está diseñada para el tránsito de carga pesada en ciertos sectores claves (San Carlos-Amargos).

4.5 Etapa de Implementación: Costos de reforestación

Una vez concluidas las actividades del plan de aprovechamiento en los rodales ya manejados, se continuó consecutivamente con las actividades correspondientes al proceso y cumplimiento más estricto de las actividades específicas de RE. Estas actividades de igual forma se desarrollaron en dos temporadas 2011-2012 y 2012-2013, en estación húmeda entre junio y agosto. En un esfuerzo inicial para fines de agosto del 2011 se logró reforestar 17,1 ha del total de los rodales el cual correspondió al avance de un 18,1 % de la superficie total comprometida (Masisa S.A., Woodland, TNC 2013).

En esta etapa de la implementación se concentran las principales actividades para la reforestación y logro de metas preliminares de la RE y como resultado obtuvo un costo total de \$ 93.003.462, equivalente a \$ 986.251 por ha (Cuadro 5), identificando seis ítems entre actividades e insumos. Uno

de los principales costos del cual se incurrió notablemente, con un casi 50% para la reforestación fue la compra de plantas de coihue común (*Nothofagus dombeyi*), en viveros de la región.

Cuadro 5. Costos totales de restauración ecológica (CTRE)

Items Actividades/Insumos	Costos \$	Costos \$/ha	Porcentaje
1-Cercado	18.374.929	194.856	19,8 %
2-Manejo residuos	3.379.890	35.842	3,6 %
3-Control de Regeneración	6.698.098	71.030	7,2 %
4- Plantación	13.865.412	147.035	14,9 %
5- Plantas	46.404.545	492.095	49,9 %
6-Traslados	4.280.588	45.393	4,6 %
Total costos/ha	93.003.462	986.251	100,0 %

Fuente: Masisa S.A. 2015 fuente interna

Nota: Costos de replante están incorporado en los Items de Plantación y Plantas

Como parte de la planificación, se consideró plantar a una densidad de 1.500 arb/ha, posteriormente en un monitoreo temprano al primer año se logró una plantación de 1.300 arb/ha, se observó una sobrevivencia promedio del 87% de plantas de *N. dombeyi* con un rango entre 70 y 100% en las diferentes parcelas (Lara *et al.* 2014). La mortalidad promedio del 13% se debe a la variabilidad del impacto de las faenas de cosechas y condiciones de micrositios desfavorables del suelo para el desarrollo de las plantas (Lara *et al.* 2014), como también la mala calidad de algunos ejemplares de las plantas. También algunos sitios presentaron una baja densidad inicial debido a la pronunciada pendiente, al tránsito de maquinarias forestales y establecimiento de rumas de desechos. Por otra parte, adicionalmente se realizó una actividad de replante de *N. dombeyi* la cual logro cubrir una densidad promedio de 1.679 arb/ha, superando el objetivo inicial inicial.

Otra de las actividades que se desprende del cuadro 5 es la construcción de un cerco perimetral de la superficie de restauración, ya que presentó como principal amenaza la herbívora del ganado doméstico (Delgado 2010). La actividad de pre- plantación consistió en medidas correctivas y/o de mitigación, con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo, mediante la habilitación de cultivos, mejoramientos de drenajes y manejo de desechos provocados por el uso de maquinaria pesada. Este

último provocó directamente impactos sobre el suelo, como por ejemplo las huellas de tránsito y lugares donde se establecieron las canchas de acopio.

Otra de las actividades primordiales aquí realizadas fue el control de malezas. Una de las amenazas para lograr efectivamente la trayectoria ecológica esperada, es la propagación de especies no deseadas, que puedan modificar la estructura, funciones y composición respecto al ecosistema de referencia. Con tal motivo se hicieron labores posteriores a la reforestación, como aplicación de herbicidas a los tocones y follaje para el control de la reproducción vegetativa de eucaliptus (Lara *et al* 2014). También se realizó desbroce manual de plántulas de esta misma especie.

4.6 Etapa de monitoreo y evaluación

Esta etapa ha contado con distintas fuentes de financiamiento tanto públicas como internacionales, obtenidos por los investigadores de la UACH y aportes de mismo Consorcio (Cuadro 6). El financiamiento total ha sido de \$ 137.123.289 millones de pesos y han provenido de la Iniciativa Científica Milenio (ICM) del Ministerio de Planificación Nacional (MIDEPLAN), de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) a través del programa Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) y EXPLORA. Otras fuentes de financiamiento han sido: el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (LBN), el Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) y aportes directos de TNC y MASISA en la etapa de monitoreo (Lara *et al.* 2014). En este proyecto el consorcio a su vez otorgó aportes en equipamiento, logística, desarrollo de actividades específicas, etc. (Anexo 4).

Cuadro 6. Fuentes de financiamiento y montos destinados para el desarrollo del RE periodo (2006-2012).

Fuentes de Financiamiento	Monto \$ millones	Periodo	Destino
1. Proyecto P04-065-F, ICM-MIDEPLAN)	14.229.000	2006-2008	Ciencia-Educación
2. Proyecto CRNII 2047, (IAI)	3.992.000	2007	Ciencia-Educación
3. Proyecto FONDECYT 1085024 (CONICYT)	77.880.000	2008-2010	Ciencia-Operación
4. Proyecto 2010-023 (LBN- CONAF)	14.220.000	2010-2012	Ciencia-Operación
5. MASISA. Unidad externa de operaciones y supervisores	14.916.289	2010-2011	Operación
6. Proyecto ED16-01 EXPLORA – CONICYT	5.724.000	2012	Educación
7. Consorcio UACH/TNC/MASISA	6.162.000	2010-2012	Ciencia-Educación
Total Costos \$	137.123.289	2006-2012	###

Fuente: Cuadro Modificado de Lara *et al.* 2014. Restauración de ecosistemas forestales.

4.7 Síntesis de costos para las etapas de restauración

Los costos totales para cada etapa de la RE, superó los \$ 1.000 millones de pesos. El principal costo se produjo en la etapa de Implementación (86,6% de costo total), a su vez esta etapa se presentó en dos fases (plan de aprovechamiento y reforestación), y ha sido donde más recursos se dispusieron para llevar a cabo este proyecto

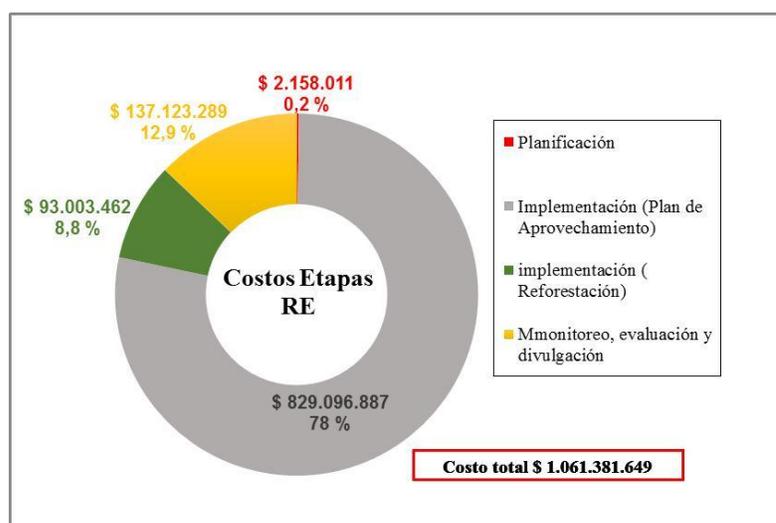


Figura 6. Costos totales para cada etapa de la RE en la RCV.

4.8 Cronología global de ejecución para cada etapa de la restauración

Las actividades del proyecto de restauración analizadas en este documento abarcan el período 2006 – 2013 y adicionalmente un proyecto que consolida el monitoreo hasta el año 2018 (Figura 6). La etapa de monitoreo se inicia con anterioridad a la planificación de la restauración activa, la dinámica de este proyecto ha expuesto sus esfuerzos desde el año 2006 con los proyectos de investigación para la obtención de información de línea de base, mediante el monitoreo hidrológico en las unidades territoriales de cuencas intervenidas en la restauración, como también se ejecutó el control de regeneración vegetacional pre y post reforestación. (Lara *et al.* 2014). Para las actividades de las etapas de planificación e implementación se organizaron en secuencia normal tal como fue diseñado desde la planificación de la restauración activa, mediante la ejecución del plan de aprovechamiento y reforestación de forma regular y secuencial tanto en periodos estivales y húmedos y en temporadas iniciada en el año 2011 y finalizada en el año 2013 (Figura 6).

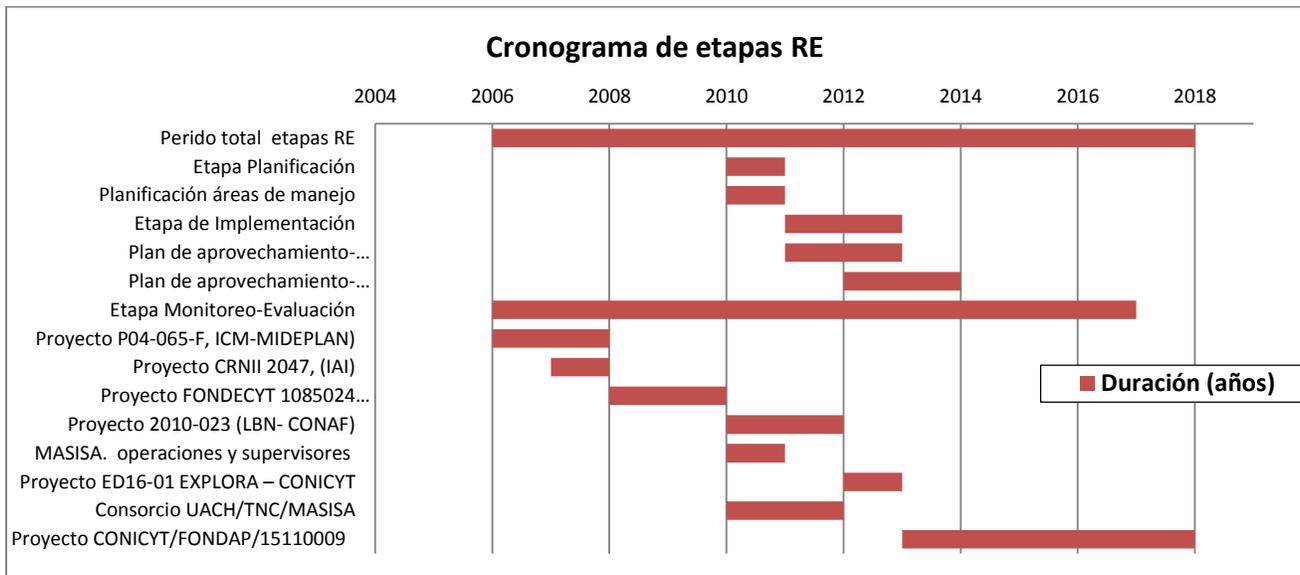


Figura 5. Cronograma general etapas RE proyecto piloto

5. DISCUSIÓN

5.1 Proceso de las etapas, actividades y costos

Este proyecto ha enfrentado un complejo desafío para enfrentar la restauración activa a gran escala donde requiere de una coordinación oportuna al momento de ejecutar las actividades donde debe considerar factores climáticos, concatenación de actividades, capital humano, insumos, maquinaria, etc. Por esta razón sumada también a la ubicación geográfica de las plantaciones este plan tuvo, contratiempos, disposición de actividades y contratación de servicios adicionales y replanteos en la estrategia de ejecución de manejo de las plantaciones que debió afrontar el consorcio, tal como quedó reflejado en la estimación de costos en la planificación (Cuadro 4).

La dinámica de este proyecto refleja que la aplicación bajo la lógica del manejo adaptativo, para el modelo de etapas para la RE, no debe considerarse como una estructura lineal de secuencias, este proyecto se inició con actividades de monitoreo en el año 2006 con la medición de servicios ecosistémicos y en paralelo se realizó la planificación luego de 4 años para concretar la RE activa para continuar la evaluación de estas acciones sobre los servicios ecosistémicos (figura 5).

A su vez este estudio permite identificar costos unitarios tal como costos por metros cúbicos (m^3) de madera y costos por hectárea para la restauración (\$/ha). Esto permite hacer comparaciones generales con otros casos de estudio la efectividad de las actividades para la RE. Como por ejemplo contrastando resultados de manejo en plantaciones de un esquema de volteo con motosierra a tala rasa y con torre de madereo tiene con costo de 4.971 m^3 (Rivera 2007), en tanto en la RCV el costo de manejo es de 19.646 m^3 sin considerar los ítems (Transporte Madera a Cancha, Mantención Caminos, Riego Caminos / Banderero, Despacho y Pesaje) (Cuadro 4). Lo anterior sugiere que existen costos dentro de la cadena productiva del plan de aprovechamiento que disminuyen la rentabilidad del proyecto.

Otro contraste que se puede realizar con un proyecto de RE del Valle de Casablanca, Región de Valparaíso (Lara *et al.* 2014) de características similares a de la RCV, este obtuvo un costo alrededor de RE 12.500.000 \$/ha, (anexo1), y en la RCV costó 9.778.371 \$/ha, relativamente 2.7 millones \$/ha más económico.

5.2 Elementos para generar un esquema de seguimiento y registro de actividades

Para establecer un sistema de seguimiento y evaluación de los costos para la RE en este caso referente a costos, entendiendo que debiesen ser incluidos como parte del diseño en la etapa de planificación y fijando estimaciones de estos para temporadas futuras en la RCV.

En primer lugar hay que comprender la estrategia a futuro de cómo abordar el manejo y aprovechamiento forestal de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* pensando que la estimación de costos puede depender de algunos factores tales como el esquema de manejo y comercialización de estas plantaciones para cada temporada y las variables económicas, sociales y ambientales que pueden afectar a este proyecto en el largo plazo.

Sin embargo como punto de base se puede establecer un conjunto de criterios que permiten dar consistencia a la estimación de costos, para evaluar un posterior balance entre estos y los costos reales implantados:

- **Todo antecedente debe ser homologable:** Para asegurar la evaluación de costos a través del tiempo, la naturaleza de cada ítem ya sea una actividad y/o insumo debe ser equivalente a su comparativo. (Ejemplo determinar costos unitarios por hectárea (ha), metros cúbicos (m³) de madera en caso ecosistemas forestales)
- **Esquema del Proyecto:** El tiempo y la estructura de ejecución de un programa de RE puede afectar los costos tal cómo se vio reflejado en la etapa de implementación del plan de aprovechamiento, donde prolongar la actividad afecta el ciclo de la cadena de producción en consecuencia un aumento de costos: días de inactividad y actividades adicionales no contempladas. Para este tipo de eventos la estimación de costos debe contemplar la contingencia por ejemplo de un 10% sobre el total para cubrir los costos imprevistos que surgen cuando el proyecto evoluciona.
- **Ubicación, condiciones del sitio y escala:** Muchos de los costos de actividades dependerán de estos elementos por una parte la ubicación geográfica determina la matriz de ciertos costos, en zonas más remotas y de difícil conectividad dificulta el flujo del transporte y acciones para la RE (Cuadro 4). Por último la escala espacial a restaurar incide con el nivel de la intensidad de intervención en el área, si las metas se fijan a corto plazo para una gran superficie para la RE, esta incide en la implementación de un sistema mecanización industrial de gran impacto para lograr los plazos, el diseño de ese esquema se torna más

complejo para su estimación por la gran cantidad de variables que involucra (contrataciones, arriendos, mitigaciones, etc.) tal como se vio reflejado con los resultados arrojados en el plan de aprovechamiento (Cuadro 3).

6. CONCLUSIONES

La etapa de implementación (aprovechamiento) significo el mayor costo asociado a la RE (78% de todos los costos), dentro de este ítem la cosecha de plantaciones constituye un punto significativo en el sistema productivo, que debiesen mejorar en relación a la rentabilidad, ya que la viabilidad económica es un factor importante de estos tipos de proyectos para poder auto solventarse. Sería pertinente considerar estudios de productividad para profundizar de mejor forma sobre los factores que afecten tanto de forma positiva y negativa a la eficiencia de un plan de aprovechamiento.

Los costos asociados a la implementación de la reforestación, constituyeron un pequeño porcentaje dentro de la RE (8,8%), dentro del cual el valor de las plantas corresponde aproximadamente al 50%, en esta línea se plantea la posibilidad de aplicar incentivos a la reforestación como las bonificaciones de la Ley n° 701 y la Ley n° 20.283, Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal Adicionalmente, vínculos estratégicos con viveros dentro del territorio podrían ayudar a bajar el costo de las plantas y vincular de mejor manera el proyecto con la comunidad.

Lograr estimar el costo total de la suma tanto de plan de aprovechamiento más reforestación en 9.778.371 \$/ha sin considerar costos de planificación ni de monitoreo promueve información relevante para inferir en la planificación financiera de la RE, en este sentido la información que se encuentra sobre estos tipos de proyectos es escasa o nula, convirtiendo a este trabajo en un precedente dentro este ítem de la restauración ecológica, aportando información significativa para la toma de decisiones de futuros proyectos de RE y la distribución de los recursos monetarios.

7. REFERENCIAS

Adán, L., R. Mera, M. Godoy. 2005. Reconocimiento Arqueológico de la localidad de Chaihuín. Informe final Dirección Museológica, Universidad Austral de Chile. WWF, Valdivia, Chile. 41 p.

Aizman, F. 2007. Propuesta de ordenación predial y restauración ecológica del fundo Cau-Cau, comuna de Valdivia. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 91 p.

Armesto, J., Villarán C, Donoso C. 1994. Desde la era glacial a la industrial: La Historia del bosque templado Chileno. Ambiente y desarrollo. Pp 66-72.

Armesto, J.J., C. Villagran, M., Kalin- Arroyo. 1997. Ecología de los Bosques nativos de Chile. Ed. Universitaria. 477 pp.

Carabias, J., Arriaga, V. y V. Cervantes Gutiérrez, 2007. Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, rezagos y retos. Boletín de la Sociedad Botánica de Mexico, suplemento, n° 80. Pp: 85-100. [En línea en]: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57708009>.

Catalán, R., Wilken, P., Kandzior, A., Tecklin, D., Burshel, H. 2006. Bosques y comunidades del sur de Chile. Ed Universitaria. 359p.

CEA. 2005. Caracterización y zonificación de la cordillera pelada. Noviembre 2005. 361 pp.

Ceccon. 2013. Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. 173 pp.

CIREN. 2010. Determinación de la Erosión Actual y Potencial de los Suelos de Chile.

Clewell, A., J., Rieger, J., Munro. 2005. Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects. 2 Edition. www.ser.org and Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Clewell, A., F., Aronson. 2007. Ecological Restoration: Principles values and structure of an emerging profession. Island Press, Washington D.C. 216 pp.

CMP (The Conservation Measures Partnership). 2007. Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. 39p. (Informe versión n° 2).

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas/Textos Ospina Arango, Olga Lucia; Vanegas Pinzón, Silvia; Escobar Niño, Gonzalo Alberto-Bogotá D.C: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013 80 p.

Delgado, C., 2010. Plan de Manejo de la Reserva Costera Valdiviana. Junio 2010.138 p.

Doner J, Brown S. 2000. A guide to restoring a native plant community.University of Washington 59 pp.

Echeverría, C. (2011). Restauración ecológica de la Reserva Costera Valdiviana. Volviendo a las raíces. Lignum N° 126. 57-63.

Echeverría, C., I. Schiappacasse, R., Urrutia, M., Cárcamo, P., Becerra, C., Smith, Holmgren, M. 2010. Restauración de ecosistemas degradados para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo rural en la zona semiárida de Chile central. Proyectos REFORLAN – CONICYT RUE 33. Valdivia. Chile. 24 p.

ELI (Environmental Law Institute). 2011. OPCIONES ESTRATEGICAS PARA ADAPTAR EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD AL CAMBIO CLIMATICO. 31 p.

Fischer S., 2013. Modelo Conceptual para la Restauración Ecológica de humedales: Caso de estudio El Humedal de Río Cruces. Tesis Biólogo con Mención en Medio Ambiente. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 98p.

Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., Montenegro, G. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Primera Edición. 161 p.

Farias, T. 2003. Caracterización preliminar de los predios Chaihuín-Venecia, Cordillera de la costa décima región. Documento N° 6 Serie de Publicaciones WWF Chile Programa Ecorregión Valdiviana. P 3.

FSC-Chile. 2012. Pautas para la restauración de bosques y otros ecosistemas en plantaciones forestales en Chile. Documento Borrador. 57p.

Gann, G.D., D. 2006. La restauración ecológica: un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida (versión 1.1). SocietyforEcologicalRestoration(SER) International, Tucson, Arizona, EE.UU. y IUCN, Gland, Suiz.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica, Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

Pérez, I., Pineda. Sandra,. Sibrián. R. 2009 “Sistematización contable de costos de los procesos productivos en la pequeña empresa de la industria textil en el departamento de San Salvador. Un caso práctico”. Tesis para optar grado de Licenciado en Contaduría pública. El Salvador. Facultad de Ciencias económicas Escuela de contaduría Pública. Universidad de el Salvador. 107pp

Gore los Ríos. 2015. INFORME TÉCNICO SOLICITUDES DE CONCESIONES DE ACUICULTURA EN LA ZONA COSTERA DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS. División de Planificación y Desarrollo Regional- Gobierno Regional de Los Ríos.

Harris, J., Hobbs, R., Higgs, E. & Aeonson, J., 2006. Ecological Restoration and Global Climate Change. *Restoration Ecology*. 14; 170-176.

Higgs, E. 1997. What is Good Ecological Restoration?. *Conservation Biology*, volumen 11, n° 2:338-348.9
Horngren, C., Datar, S., Rajan, M. 2014. Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial. Volumen xiv. 728 p.

IREN-UACH. 1978. ESTUDIO DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE VALDIVIA.

Lamb, D., Gilmour, D. 2003. Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. *Issues in Forest Conservation*: 1-93. Cita incompleta

Lara, A., Reyes, R., Urrutia, R. 2010. Bosques Nativos. In Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile 2008. Santiago, Chile. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. p. 126-171.

Lara, A., Urrutia, R. 2010. Chilean Perspective on the Challenges Ahead. In Levitt J ed. *Conservation Capital in the Americas*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA. USA. Island Press. pp. 5-14.

Lara A, C Litle, M González, D Lobos. 2013. Restauración de bosques nativos para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en el centro-sur de Chile: desde las pequeñas cuencas a la escala de paisaje. In Lara A, Laterra, P., Manson, R., Barrantes, G., eds. *Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe*. Valdivia, Chile. Red ProAgua CYTED, Imprenta América. p. 59-80.

Little, C., Lara, A. 2010. Ecological restoration for water yield increase as an ecosystem service in forested watersheds of south-central Chile. *Bosque* 31(3):175-178.

Little C, A Lara, M González. 2013. Virtual Field Trip 7. Temperate Rainforest Restoration in Chile. In Clewell A, A Aronson eds. *Ecological Restoration: Principles, Values and Structure of an Emerging Profession*. Island Press, Washington. Second Edition. p. 190-196.

Lobos, D. 2013. Evaluación temprana de restauración ecológica de bosques siempreverde en la Reserva Costera Valdiviana, Región de los Ríos. Tesis Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile. 38 pp.

Foley, L. H. 138–144. General Technical Report SE-88. Southeastern Forest Experiment Station:USDA, Forest Service.

Luebert, F., Pliscoff, P. 2006. Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile, Editorial Universitaria S.A. Santiago de Chile.

Martinic, S. 1984. La sistematización es un proceso de reflexión que pretende ordenar el objeto de la sistematización y sus relaciones con al evaluación e investigación. Análisis de algunas categorías de sistematización, CIDE-FLACSO, Talagante. Revisar. Parece incompleta

Martínez, E. 1996. Restauración ecológica y biodiversidad. Ciencias 43: 56 - 59. México

Margaret A. Palmer, Donald A. Falk, Joy B. Zedler. 2006. Ecological Theory and Restoration Ecology. Foundations of restoration Ecology :1-137.

MASISA, Woodland, TNC. 2013. Resumen Avance Proyecto Restauración Reserva Costera Valdiviana. Masisa S.A. – Woodland - TNC. Documento interno.

Millenium Ecosystem Assesment. (MEA) 2005. Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment Millennium Ecosystem Assessment. 219 pp.

Montes, C. 2002. Lecciones aprendidas en tres años de restauración de ecosistemas en el corredor verde del Guadiamar. Ecosistemas. Año XI, N°1.

Parks Canada Agency. 2007. Principles and guidelines for ecological restoration in Canada´s protected natural areas. Parks Canada. 97p.

PESA. 2004. Aspectos conceptuales de la sistematización. Capítulo 1. In: Almenara, J. Guía metodológica de sistematización. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria PESA en Centroamérica. Honduras. Litografía López. Pp. 15-26.

Rivera, S. 2007. Evaluación Técnica y Económica de un Plan de Cosecha en una Faena de Pinus radiata D.(Don). a Tala Rasa, mediante Torres de Madereo en la Décima Región. Tesis Ingeniero Forestal, Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile. 33p

Rojas, R. 2007. Sistema de costos un proceso para su implementación. Universidad de Colombia Sede Manizales. 237p

Salazar, M. 2003. Evaluación de la restauración del paisaje en el canton de hojaconcha, guanacaste, Costa Rica. Costa Rica. Magíster Scientiae. Escuela de post grado, Programa de educación para el desarrollo del centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. 88p.

Saavedra, M. 2009. Informe práctica profesional. Estadístico de la actividad turística del destino Chaihuín Reserva costera valdiviana temporada 2009. Universidad Andrés Bello

SER. 2004. Principios de SER internacional sobre la restauración ecológica INTERNET: <http://www.ser.org/content/spanishprimer.asp>(Junio 21, 2011).

Smith-Ramírez, González, M., Echeverría, C., Lara, A. 2015. Estado actual de la Restauración ecológica en Chile, perspectivas y desafíos. Anales Instituto Patagonia (Chile), 2015. Vol. 43(1):11-21.

UICN. 2008. Diseñando un futuro sostenible. Programa de la UICN 2009–2012. Cita incompleta. Puede accederse en internet? De ser así incluir link.

Vargas, O. 2007. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. Vargas, O / Grupo de Restauración ecológica Universidad Nacional de Colombia (eds). Guía metodológica para la Restauración ecológica del Bosque Alto andino. Colombia. pp. 17-29.

Vargas, O (Ed). 2007. Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.) Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico y Secretaría Distrital de ambiente.

Veit, H. 1994. Estratigrafía de capas sedimentarias y suelos correspondientes en el centro – surde Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 395 – 403.

Villagrán, C., Moreno, P., Villa, R. 1997. Antecedentes palinológicos acerca de la historiacuaternaria de los bosques chilenos. 51 - 65. En: *Ecología de los bosques nativos* Armesto, J.

Walker, J., Boyer W.. 1993. An ecological model and information needs assessment for longleafpine ecosystem restoration. In *Silviculture: From the cradle of forestry to ecosystem management*, comp.

WWF, 2005. WWF y la Restauración de Paisajes Forestales. Restaurando las funciones forestales en los paisajes WWF, 2005. *Forest Restoration in Landscapes*.

WWF Chile. 2011. Plan Estratégico de la Ecorregión Valdiviana. Valdivia, Chile: WWF.

Young, T.P. D. A. D. A. Petersen, J. J. Clary. 2005. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology Letters* 8 (6).662-673.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de algunas iniciativas de restauración ecológica en Chile

Nombre/Descripción	Años ejecución proyecto/ responsables
Proyecto de conservación y restauración de alerce en la depresión intermedia, que busca restaurar el hábitat del alerce y conservar un bosque secundario remanente en la Depresión Intermedia del sur de Chile. (Superficie RE 2,7 ha).	1995/1998 Universidad Austral de Chile y Universidad de Concepción, a cargo del Dr. Antonio Lara
Las Horquetas, Valle Vodudahue. Proyecto Parque Pumalín. Se trata de un programa de producción de plantas y reforestación de los sitios que ocupaba antiguamente la especie, con miras a la total restauración de dichos ecosistemas. (Superficie RE 5,8 ha). Costo \$ entre \$ 1.100.000/ha y \$ 1.400.000/ha. Financiamiento Agrícola Forestal Reñihué Ltda	Desde año 2000 A Cargo de José Suárez
Restauración de bosques esclerófilos en el Valle de Casablanca Este proyecto tiene como objetivo convertir un bosque de Eucalyptus a un bosque de especies nativas del tipo forestal esclerófilo.. (Superficie RE 4,4). Costos \$ 55 millones de pesos. Financiado por <i>Biodiversity Partnership de Bristish American Tobacco</i> (Reino Unido) y por el operador local <i>British American Tobacco Chile Operaciones S. A.</i>	2005/2010 Chiletabacos S.A. y FORECOS- Universidad Austral de Chile A Cargo Christian Echeverría
Restauración ecológica post fuego Parque Nacional Tolhuaca evalúa sólo la restauración pasiva mediante monitoreo de regeneración de seis parcelas permanentes de 1000 m ² de los bosques de <i>Araucaria-Nothofagus</i> . Costos de RE 5 millones de pesos (\$ 1 millón anual). Las fuentes de financiamiento principales son International Foundation for Science (IFS), Dirección de Investigación y Desarrollo (DID-UACH), Fundación Andes	2003/2007 A Cargo Mauro González

Plan de Restauración ecológica del Parque nacional Torres del Paine afecto por el incendio 2011-2012. Según fuentes del gobierno destinaran alrededor de 8 millones de dólares (Smith-Ramírez <i>et al.</i> 2015)	2012/Ministerio medio ambiente
Experimentos de restauración de especies leñosas de la zona central desarrollados, que buscan determinar el rol de diferentes factores bióticos tales como la fragmentación, herbivoría, obertura de hierbas, fijación de nitrógeno por especies nodrizas e identidad de especies exóticas y de factores abióticos tales como la disponibilidad de agua y la sobrevivencia y el crecimiento de diferentes especies	Universidad Católica de Chile, a cargo del Dr. Juan Armesto
Restauración de Bosques de <i>Araucaria araucana</i> en el Sitio Prioritario Villa Las Araucarias, Región de la Araucanía. Cordillera de Nahuelbuta. Superficie RE 5,5 ha. Costos RE \$ 9.654.500 millones aprox mas costos de producción de plantas y compra de semillas .Financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Católica de Temuco, WWF, BIOCORES, DEFRA Y FFA y CONAMA FPA	Desde el año 1998-2009 A cargo de Marco Cortés

Fuente: Fernández *et al* 2010, Hernández *et al* 2012, Lara *et al* 2014

Anexo 2. Participantes del Consorcio e información facilitada

<p>A) Dr. Antonio Lara (Cargo Coordinador) presentación expuesta en Julio del 2011 del Sr. Jorge Echeverría.: Plan de Aprovechamiento y Restauración Ecológica de las Áreas cubiertas por Plantaciones de Eucalyptus en la Reserva Costera Valdiviana¹⁰. Resumen avance proyecto restauración Reserva Costera Valdiviana. Masisa S.A. – Woodland - TNC. (Profesor Titular Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile y Presidente Fundación FORECOS).</p> <p>B) Dr. Christian Little (cargo Estudiante de Doctorado): Documentos técnicos de proyectos para su presentación a los concursos del Fondo de desarrollo científico y tecnológico (Fondecyt) y Fondo de Investigación del Bosque Nativo. (Vice-Presidente e Investigador de Fundación FORECOS. Actualmente Investigador del Instituto Forestal).</p> <p>C) Sr. Alfredo Almonacid (Cargo Coordinador TNC) : informe “Resumen Avance Proyecto Restauración Reserva Costera Valdiviana. Masisa S.A. – Woodland – TNC”. El cual describe los costos directos del plan de aprovechamiento. (Gerente RCV).</p> <p>D) Sr. José Luis Solís (Cargo: Profesional de apoyo operaciones forestales) proporcionó las tablas de costos de la planificación y de implementación de la restauración de las primeras 45 ha. (Ing Forestal, MASISA).</p> <p>E) Sr. Cristian Pérez (Cargo Consultor) proporcionó tablas de costos del (plan de aprovechamiento y reforestación de área total del proyecto piloto (Ing Forestal. Consultor: Análisis y control de gestión de resultado</p>
--

¹⁰ Presentación powerpoint del Sr. Jorge Echeverría la que contiene información sobre los objetivos y alcances del proyecto, estrategias de manejo y estado de avance del proyecto, respecto a las cosechas y restauración y costos estimados primera etapa 45 ha

Entrevista vía correo electrónica dirigida al Sr. José Luis Solís de MASISA. SA

Preguntas sobre planilla costos restauración ecológica RCV

Las preguntas que acá te hago es solo para las actividades desarrollas para las 45 ha que trabajó Masisa,

Respecto a plantas y sistema de plantación de Coigüe

1. ¿Cuál fue el número de plantas por hectáreas?, sistema de plantación en línea o de forma heterogénea?. ¿Dejaron áreas para regeneración natural u otro sistema de plantación en forma de islas para que sirva de nodrizas o semilleros dentro de las 45 ha??

R. La densidad objetivo fue 1.500 arb/ha (Coigüe), homogéneamente en los sectores descubiertos, dejando las especies nativas que naturalmente estaban presentes, sin embargo, por razones operativas en la mayoría de los sectores se plantó en hileras (para facilitar la faena y disminuir el stress de las plantas provenientes de vivero). En el mediano y largo plazo, la hilera desaparecerá, producto de la mortalidad natural de algunas planta; mortalidad por competencia con especies que naturalmente están regenerando y/o de ser necesario un raleo silviculturales. Esto dependerá de la estructura que queramos obtener a futuro, con más coigüe, más canelos, otra, etc.. En el rodal de 43 há no hay árboles semilleros. En los sectores aledaños, lo desconozco, habría que obsérvalo.

2. ¿Efectivamente en esa zona históricamente estaba poblada por Coigüe común?

R. Efectivamente, entre otras. Pero hay que recordar; el establecimiento de coigüe se definió porque son los colonizadores naturales del bosque, es decir, bajo su dosel serán los que albergarán todas la otras especies (flora y fauna), que requieren otras condiciones de luz. H°, T°.

Respecto al vivero

3. ¿Es práctico crear vivero propio, en el contexto del proceso de restauración en la reserva costera valdiviana o es mejor comprar las plantas a un vivero externo, la relación de costos entre establecer infraestructura y mantención de éste?

R. Lo mejor sería propio en la RCV. Debido al tamaño de piloto del proyecto, lo mejor es comprar. Para abordar toda la superficie, un vivero propio saldría más económico.

Respecto al manejo del suelo

4. Me podrías dar una descripción general de esas actividades ?CULTIVOS, HUELLAS MADEREO y Habilitación y cultivos cancha

R. Estas actividades corresponden a labores correctivas y/o de mitigación, principalmente a disminuir la erosión (borrado huellas) y habilitación y cultivos para mejorar el drenaje del suelo.

Respecto a cercos

5. ¿La construcción de cercos consideró el cierre perimetral de las 43 ha ?

R. Se construyó cerco en los sectores más expuesto, es decir, no existe un buen límite natural (como una quebrada) para proteger la regeneración de los animales. Este un problema para el desarrollo de las especies nativas, por los daños mecánicos y el ramoneo. La reserva contantemente está controlando este problema.

Respecto a la gestión y el trabajo practico entre (TNC), la Universidad Austral y MASISA

6. ¿En general las actividades de restauración se han ejecutado de forma eficaz, o se presentaron algunos problemas no previsto desde la etapa de planificación?

R. Mira las actividades de RESTAURACIÓN se realizaron en los plazos y costos establecidos, sin problemas relevantes. Esto, porque tienen fundamentos básicos en la silvicultura clásica de plantaciones o bosque nativo.

7. ¿Uds como MASISA dentro de la planificación y ejecución del proyecto se guiaron bajo el manual de restauración de bosques y áreas nativas para Chile elaborado por FSC para poder cumplir con los estándares que exigen ellos como certificadora?

R. No, mira nosotros (TNC_UACH_MASISA) partimos con la parte operativa el 2010, antes que saliera el manual de FSC Chile (Noviembre 2011 primer borrador). Razón por lo cual no lo utilizamos (http://www.cl.fsc.org/fileadmin/fsc_chile/page_content/pdf/DOCUMENTO_DE_APOYO_Manual_RBAN_V1.pdf).

21 de Octubre. 2013

Entrevista vía SKYPE dirigida a Sr. Alfredo Almonacid de TNC (administrador RCV)

Preguntas respecto al plan de aprovechamiento

1. ¿Existía previamente los caminos de acceso hacia los rodales en donde se inició este plan piloto?

R. Si, existen pero en su condición actual debían ser mejorados como por ejemplo ensanches de curvas para el paso de camiones. Cabe mencionar que en el área piloto, FORECOS ya había iniciado un proyecto de investigación de cuencas, servicios ambientales y calibración/ validación.

2. ¿Se generaron inconvenientes, hechos fortuitos que estaban fuera de la planificación de esta etapa?

R. Si, estaba diseñado un esquema de cosecha en el cual la maquina chipeadora se encontraría en el lugar de faenas pero no fue así, por esa razón tuvo que incorporar una actividad más de transporte a esta máquina lo cual aumenta los costos y tiempos. También se presentaron problemas por el tráfico de camiones en trayecto hacia corral el cual se vio afectada la comunidad local a causa del ruido, polución lo cual en el periodo de estas faenas afectaba en alguna medida la actividad turística. Además existía la preocupación por parte de los pescadores, el posible efecto hacia los causes y como esto podría perturbar los bancos de bivalvos.

3. ¿Existen otros mecanismos de financiamiento a aparte de la venta del bosque para la implementación de la Restauración?

R. No, la restauración se debe financiar básicamente del delta producido entre los costos y las utilidades obtenidas de la venta de las astillas.

Anexo 4. Etapas para la restauración y sus directrices

Etapas	Directrices
<p>1. Planificación conceptual de la restauración:</p> <p>La planificación conceptual identifica el sitio del proyecto de restauración, especifica los objetivos de la restauración y proporciona información pertinente. Esto permite definir indicadores o descriptores de las condiciones ecológicas y biofísicas a ser desarrollados, y de este modo identificar los componentes del sistema que requieren restauración y los procesos de degradación que deben revertirse, estableciendo prioridades. Esta planificación se realiza cuando la restauración parece una opción viable, pero antes de tomar esa decisión.</p> <p>El Plan estratégico debe incorporar, identificar y cumplir las siguientes pautas, de este modo se tendrá un programa preliminar de restauración reflejado a nivel cartográfico que servirá de base para decidir qué y cómo restaurar. A ello se agregarán los componentes socioeconómicos mediante consultas con las partes interesadas y se combinará la información biofísica obtenida con la información de las partes interesadas para la toma de decisiones de restauración a nivel del paisaje, del sitio y de las necesidades de las comunidades.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ubicación del sitio del proyecto y sus límites 2. Definición de las escalas de restauración 3. Información de la propiedad a restaurar 4. La necesidad de restauración 5. Definir el o los tipos de ecosistemas a ser restaurados 6. Definir las metas de la restauración 7. Las condiciones físicas del sitio a ser restaurado 8. Impactos que necesitan ser regulados o evaluados 9. Identificar y listar los tipos de intervenciones bióticas que se necesitan 10. Identificar las restricciones del paisaje 11. Las fuentes de financiamiento del proyecto 12. Las necesidades de mano de obra y de equipo 13. Las necesidades y fuentes de recursos bióticos 14. Asegurar los permisos requeridos por las agencias de gobierno 15. Especificaciones de los permisos y otras restricciones legales 16. Duración del proyecto 17. Estrategias para manejo y protección de largo plazo
<p>2. Tareas preliminares</p> <p>Después de finalizada la conceptualización del proyecto se cumplen tareas preliminares y la decisión de proceder con el proyecto de restauración. Las tareas preliminares dependen de la planificación del proyecto y forman la base de los diseños de restauración bien concebidos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 18. Contratar un especialista en restauración a cargo de todos los aspectos técnicos de la Restauración 19. Preparar un presupuesto para la realización de las tareas preliminares 20. Documentar las condiciones existentes del sitio del proyecto y describir la biota 21. Documentar la historia del sitio del proyecto a restaurar 22. Realizar el monitoreo del anteproyecto según sea

	<p>necesario</p> <p>23. Establecer el ecosistema de referencia</p> <p>24. Reunir información ecológica pertinente para las especies claves</p> <p>25. Realizar investigaciones de la efectividad de las estrategias y métodos de restauración</p> <p>26. Decidir si las metas del ecosistema son realistas o necesitan modificación</p> <p>27. Preparar la lista de objetivos para lograr las metas de restauración</p> <p>28. Establecer contactos con organismos públicos interesados</p> <p>29. Establecer contacto e interacción con las comunidades</p> <p>30. Integración de la comunidad en la planificación e implementación para cumplir con metas culturales</p> <p>31. Instalar carreteras y otras infraestructuras necesarias a la ejecución del proyecto</p> <p>32. Capacitar personal de supervisión y realización de las tareas del proyecto</p>
<p>3. Planificación de la implementación:</p> <p>Los planes de implementación describen las tareas que se realizan para alcanzar los objetivos del proyecto. Estas tareas comprenden el diseño del proyecto en forma colectiva. El cuidado y la minuciosidad con que se realiza la planificación de la implementación se reflejará en tareas de implementación mejor ejecutadas.</p>	<p>33. Describir las intervenciones para alcanzar cada objetivo</p> <p>34. Reconocer la función de la restauración pasiva</p> <p>35. Preparar normas de desempeño y protocolos de monitoreo para medir el logro de cada objetivo</p> <p>36. Calendarizar las tareas necesarias para cumplir cada objetivo</p> <p>37. Obtener equipos, suministros y recursos bióticos</p> <p>38. Preparar el presupuesto para tareas de implementación, mantenimiento y contingencias</p>
<p>4. Tareas de implementación:</p> <p>La implementación del proyecto cumple con los planes de implementación antes descritos. Si la planificación ha sido minuciosa y la supervisión adecuada, la implementación puede continuar sin problemas y dentro del presupuesto</p>	<p>39. Marcar límites y áreas de trabajo</p> <p>40. Instalar aparatos de vigilancia permanentes</p> <p>41. Implementar las tareas de restauración</p>

<p>5. Tareas posteriores a la implementación:</p> <p>El logro de los objetivos depende tanto de los cuidados posteriores como de la calidad en la ejecución de las tareas. No se puede exagerar la importancia de la labor posterior a la implementación.</p>	<p>42. Proteger el sitio del proyecto contra vandalismo y herbívoros</p> <p>43. Realizar la mantención posterior a la implementación</p> <p>44. Visitar el sitio del proyecto regularmente para identificar necesidades de corrección</p> <p>45. Supervisión para documentar el cumplimiento de los estándares de desempeño</p> <p>46. Implementar procedimientos de manejo adaptativo si es necesario</p>
<p>6. Evaluación y difusión.</p> <p>Se deben llevar a cabo evaluaciones para garantizar el cumplimiento de las metas y objetivos del proyecto. Luego, el proyecto puede ser divulgado para información pública y técnica.</p>	<p>47. Evaluar los datos del monitoreo para comprobar si se cumplen los estándares de desempeño y se han alcanzado los objetivos del proyecto</p> <p>48. Realizar la evaluación ecológica del proyecto recién completado</p> <p>49. Determinar si se cumplen los objetivos culturales del proyecto</p> <p>50. Diseminar y publicar los resultados del proyecto de restauración cumplido para contribuir al conocimiento de las actividades de restauración y aportar a proyectos similares.</p>

Fuente: Clewell *et al.* 2005 Cuadro elaboración propia

Anexo 5. Descripción aportes patrocinadores del proyecto Rol de los bosques nativos en la producción de agua y exportación de nutrientes en cuencas de la cordillera de la costa del sur de Chile

Fundación FORECOS: Esta Institución, aporta con equipos, correspondientes en 30 sondas registradoras del contenido de humedad del suelo más 6 datalogger.

Universidad Austral de Chile (UACH): Facilita el espacio físico y laboratorios para la ejecución de esta propuesta. Disponibilidad de computador para oficina y terreno, Internet con acceso a revistas de corriente principal y todo el equipamiento básico (hypsómetros, barrenos, estufas, etc). Laboratorio para el análisis de sólidos en suspensión y sedimentos. La UACH además aportara con el equipamiento mayor consistente en 9 vertederos automatizados, valorados en un monto cercano a los \$ 30.000.000, 3 estaciones de precipitación, temperatura y humedad relativa, valoradas en \$ 1.500.000 y equipamiento del sistema Granier, Flowmeter, balanza y cámara de Scholander para medir el estatus hídrico de las plantas

ONG TheNatureConservacy (TNC): Actual propietaria y administradora de la RCV, ha facilitado cartografía digital a escala 1:20.000, basada en fotografías aéreas. Además aporta \$ 5.000.000, que será dirigido a las actividades de monitoreo de la reforestación, instalación de parcelas permanentes para los ensayos de restauración, efecto de las mismas en el arrastre de sedimentos y otras actividades de capacitación para personal de terreno.

MASISA S.A.: El aporte de esta empresa es de \$ 10.200.000, como aportes a la investigación en el área de influencia del proyecto que serán destinados a \$ 4.200.000, para el análisis químico de 7 muestras de agua al mes durante 2 años. El análisis es elaborado en el laboratorio de Limnología de la Universidad Austral de Chile a un costo de 25.000 por muestra. El análisis considera las diferentes especies de nitrógeno y fósforo incluidas en la propuesta metodológica. También dispone de 6.000.000 como aporte para la contratación de un profesional técnico a media jornada por el monto de 250.000 mensuales. Las actividades de este profesional estarán vinculadas a los muestreos de la vegetación y monitoreo ambiental post cosecha, incluyendo el establecimiento de las parcelas permanentes, muestreo de calidad de agua y otras actividades relacionadas con la restauración de las plantaciones de la Reserva Costera Valdiviana

Fuente: presentación Propuesta técnica proyecto 2010-023 (LBN- CONAF)